Aus dem zahnärztlichen Institut der Universität Kiel

Direktor: Prof. Dr. med. Hentze

Über das Vorkommen von Blei in den Zähnen bei Bleivergiftung

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde bei der Hohen Medizinischen Falkultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Zahnarzt Fritz Westphal

aus Nortorf

Nr. 42

Rektoratsjahr 1934/35. Referent: Prof. Dr. Hentze

Zum Druck genehmigt: Prof. Dr. R. Schröder, Dekan

Kiel 1934

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0167

Schriftennachweis.

Thomas M. Legge und W. Goadby:
Bleivergiftung und Bleiaufnahme, ihre Symptomatologie, Pathologie und Verhütung, mit besonderer Berücksichtigung ihrer gewerblichen Entstehung und Darstellung der wichtigsten gefahrbringenden Verrichtung.

Handbuch der sozialen Hygiene, Weil Bd. 8.

Archiv für Hygiene und Bakteriologie. 1934, Bd. III, Heft 4.

Levin:
Gifte und Vergiftungen.

Neuere Forschungsergebnisse über Aufnahme, Verteilung und Ausscheidung des Bleis von F. Weyrauch. Ztschr. für Hygiene und Infektions-Krankheiten. Bd. 112, 113, 115.

Johannes Schmidt:
Untersuchung über Bleigehalt im Zahnstein und Speichel bei Arbeitern des Bleigewerbes. Leipzig, med. Diss. v. 16. Juni 1933.

Dschou-Schou-Hsing:
Beiträge zum Bleigehalt menschlicher Organe. Handbuch med. Diss. 1933.

Experimentelle Beiträge zum Studium der Bleivergiftung. Arch. f. Hygiene. Bd. 94, 1924.

Weil:
Handbuch der Arbeiterkrankheiten.

Zahnärztliche Rundschau, 1934, Nr. 9, S. 347.

Dr. W. Hanauer:
Zahnkrankheit und Gewerbe. D. z. Z. 1910, Nr. 19.

Hintze:
Ueber Bleiablagerung in den Zähnen. B. kl. W. 49. Jg. 1912.

Carow:
Die Ablagerung von Blei in den Zähnen bei chronischer Bleivergiftung D. z. W. 13. Jahrgang 1910.

Schenkel:
Ueber die Beziehungen der Bleivergiftung zu den Zahnkrankheiten.

Gadiel:
Erscheinungen in der Mundhöhle bei Bleivergiftung.

Schrammen:
Munderscheinungen bei Bleivergiftung.

Harder:
Bleiintoxikation und Bleinekrose des Oberkiefers. Kiel 1923,

Hambach:
Die Bleivergiftung und ihre Therapie unter besonderer Berücksichtigung der Mundhöhle.

Misch:
Fortschritte der Zahnheilkunde 1931.

Disposition.

I. Historisches über das Bleiproblem.
II. Was ist Blei?
III. Auf welchem Wege gelangt das Blei in den Körper?
IV. In welchen Berufen das häufigste Vorkommen der Bleivergiftung?
V. Wo lagert sich Blei ab und wie sind die Symptome?
VI. Wer hat bis jetzt Blei in den Zähnen nachgewiesen und wie?
VII. Eigene Versuche.
VIII. Therapie, Prognose, Prophylaxe.

Die Bleivergiftung (Saturnimus) ist wohl die praktisch bedeutsamste und häufigste aller gewerblichen Vergiftungen. Saturnimus ist ein alter Begriff. Die Alchimisten kannten das Blei unter dem Namen Saturn, ein Ausdruck, der die Leichtigkeit kennzeichnet, mit der die Edelmetalle Gold und Silber bei Zusatz von geschmolzenem Blei unsichtbar werden. Die Bleivergiftung ist besonders unter dem Bilde der Bleikolik im Altertum bekannt gewesen. Hypokrates und Plinius beschrieben als erste diese Kolik. Nikander und Cassius schilderten bereits die üblen Folgen der Aufnahme von Blei in den Körper. Vortreffliche Beschreibungen der Krankheit lieferte, wie Hirt erwähnt, Paulus von Aegina. Auch aus dem Mittelalter sind Abhandlungen erhalten geblieben. Nachdem 1655 Stockhausen das Blei für eine Reihe von Krankheitsbildern sichergestellt hatte, sind die Vergiftungserscheinungen häufig Gegenstand der Forschung gewesen. Danach wurden verschiedentlich einzelne klinische Beschreibungen der Bleivergiftung im Schriftum veröffentlicht. Als später das Blei in immer größerem Umfang in der Industrie und im täglichen Leben Verwendung findet, kamen naturgemäß immer öfter Bleischädigungen zur Beobachtung. Mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts wird die Bleivergiftung allmählich die wichtigste gewerbliche Vergiftung und somit die Frage eines großen sozialhygienischen Problems. Im Jahre 1814 begann Orfika das experimentelle Studium dieses Problems, indem er bei Tieren Blei intravenös und peroral verabfolgte. Er beobachtete, daß die Bleischädigung nach intravenöser Injektion geringer war als nach oraler Anwendung. Erwähnt sei als beste und ausführlichste Arbeit ihrer Zeit das 1839 erschienene noch heute vorbildliche Werk von Tanquerel Des Planches. Er machte ähnliche Versuche, um die Giftigkeit, die Art der Bleiaufnahme in dem Körper und die Verteilung des Bleis im Organismus

zu studieren. Der Bleisaum ist zuerst von Burton 1840 beschrieben worden. Seit dieser Zeit wurden sehr zahlreiche Untersuchungen über Blei als gewerbliches Gift angestellt und dadurch die Einwirkungsart dieses Schwermetalls auf den menschlichen Körper zu klären versucht, im Hinblick auf das Ziel, durch geeignete Maßnahmen Gesundheitsschädigungen durch Blei nach Möglichkeit zu verhüten.

Blei ist ein weiches, bei 325 ^{0} schmelzendes Metall. Es gehört zu den Schwermetallen und nimmt in der Reihe der Atomgewichte die Stelle zwischen Wismut und Thorium ein Bei 325 ^{0} tritt auch bereits ein gewisser, wenn auch bedeutungsloser Grad von Verflüchtigung ein. Der Dampf wird dann in Form ein Oxydes niedergeschlagen. Blei bindet Alkalimetalle und Erdalkalien. Es löst sich leicht in Salpetersäure, wird jedoch von Salz- und Schwefelsäure in kompaktem Zustand nicht angegriffen. Bei Zutritt von Luft wird es sogar von schwachen organischen Säuren gelöst. An trockener Luft tritt keine Veränderung ein. Dagegen überzieht es sich bei feuchter mit einer dünnen Oxydschicht. In luftfreiem Reinemwasser ist Blei unlöslich. Bei Zutritt von Luft geht es in Bleihydroxyd über. Enthält das Wasser Chloride und Nitrate, so ist das metallische Blei darin löslich. Sind Sulfate und Karbonate vorhanden, so wird es mit einem unlöslichen Ueberzuge von Bleisulfat versehen. Die Salze werden eingeteilt in: Karbonate, Azetate, Nitrate, Chloride und Silikate.

Das Blei gelangt in den Körper einmal durch das Einatmen von Staub und Dampf, dann durch Verschlucken und Aufnahme durch den Magen- und Darmkanal und schließlich durch die Haut. Ebenso leicht wird Blei von allen Schleimhäuten und Wunden aufgenommen und gelangt so in die Blutbahn. Weyrauch macht einen Unterschied zwischen eingeatmetem und von der Lunge resorbiertem Blei. Das inhalierte Blei wird nämlich außer von der Lunge auch von den oberen Luftwegen resorbiert. Ein anderer Teil des hier aufgefangenen Bleistaubes wird sofort verschluckt. Das in die Lunge geatmete Blei wird zum großen Teil durch die Flimmerepithelien der Atmungswege, sowie durch Hustenstöße wieder hervorgebracht, verschluckt und dadurch ebenfalls dem Magendarmkanal zugeführt. Nach Blumgart besteht gerade in dem lymphatischen Nasenrachenring ein ganz vorzüglicher Resorptionsapparat

auch für feincorpusculäre Elemente. Saito machte Versuche an Kaninchen und Hunden, denen der Mund durch Heftpflaster und Naht verschlossen wurde, um die Tiere am Lecken zu hindern. Dabei fanden sich nur 4-24 % der insgesamt aufgenommenen Bleimenge im Respirationsapparat, das übrige im Verdauungsapparat. Der Staub wurde also durch die Nase zum größten Teil aufgefangen und hierauf der mit Staub imprägnierte Nasenschleim verschluckt. Weyrauch unterband bei Kaninchen die Speiseröhre, dann injizierte er lungenwärts in die Trachaea Bleiweiß. Das Unterbinden der Speiseröhre verhindert das Verschlucken des sezernierten Speichels. Er fand dabei, daß schon nach wenigen Stunden deutliche Bleimengen von der Lunge in die Organe transportiert worden sind, daß diese jedoch nicht größer sind als bei der Aufnahme vom Verdauungskanal aus. Es liegt also eine besondere Gefahr des inhalierten Bleistaubes in der doppelten Resorptionsmöglichkeit von den Atmungsorganen (Nasenrachenring und Lunge) und dem Verdauungskanal. Ein großer Teil der Vergiftung beruht auf dem direkten Verschlucken von Blei, und zwar gelangt es weitaus am häufigsten durch beschmutzte Finger, verunreinigte Nahrungs- und Genußmittel oder Arbeitsgeräte in den Körper. Bekannt ist ein Fall von Vergiftung durch ein eingebissenes Schrotkorn in eine Guttaperchafüllung. Auch bei Bleiarbeit der Mutter wurde in der Muttermilch Blei gefunden, das Anzeichen einer Vergiftung bei einem Säugling hervorrief. Daß das Blei auch durch die äußere Haut in den Körper gelangen kann, beweisen Fälle von Vergiftungen durch Bleiwasser und Gebrauch von Bleipflaster. Viele Vergiftungen kommen auch dadurch zustande, daß organische Substanzen bei der Berührung mit metallischem Blei Bleisalze geben (Konserven in Büchsen).

Eine Aufzählung der einzelnen Berufe und Arbeiten, die bleigefährdet sind, dürfte wohl zu weit führen. Nach einer französischen Statistik gibt es nicht weniger als 111 Berufe, die dafür in Frage kommen. Nach technischen Gesichtspunkten geordnet, kommen wohl hauptsächlich in Betracht:

I. bergmännische Gewinnung und hüttenmännische Verarbeitung der Bleierze, wobei Blei als Haupt- oder Nebenprodukt gewonnen wird.

II. Mechanische Verarbeitung des metallischen Bleis und Verwendung dieser Bleigeräte.

III. Herstellung von Bleiverbindungen, Farben und Legierungen, und Verwendung derselben.

Es werden allerdings nicht alle Menschen, die mit Blei in Berührung kommen, von einer Bleivergiftung befallen. Dies ist möglich, wenn die Menge nicht allzu groß ist und die Ausscheidungsorgane gut arbeiten. Die Empfänglichkeit ist sehr verschieden. So zeigt z. B. in einer Gemeinde, die eine mit Blei verunreinigte Wasserleitung benutzt, nur ein kleiner Bruchteil der Leute, die dieses Wasser trinken, Vergiftungserscheinungen. Bedeutend ist auch die Beschaffenheit von Mund und Zähnen. Mangelhafte Zahn- und Mundpflege setzt die Widerstandsfähigkeit des Organismus herab. Im allgemeinen erkranken Jugendliche leichter als Erwachsene, Frauen leichter als Männer. Tabak und Alkoholabusus erhöhen die Empfänglichkeit und können andererseits die Krankheit zum Ausbruch bringen. Ebenso eine interkurrente Krankheit. Solche Krankheiten, wie Lues und Gicht, haben dadurch, daß sie eine erhöhte arterielle Spannung oder eine ausgesprochene Intimaerkrankung der Gefäße hervorrufen, die Tendenz, in fast der gleichen Weise, wie es das im Blut befindliche Blei tut, zu schwächen, und müssen im Hinblick darauf als prädisponierende Ursache gelten. Ebenso Unterernährung. Stoffe, die Bleivergiftungen bei gewerblichen Vorgängen hervorrufen, sind hauptsächlich das Bleihydrokarbonat oder Bleiweiß und Bleioxyde, während Bleichromate und Chloride selten sind. Nach Goadby sind wahrscheinlich die Individuen, die in der Bleiindustrie bei gefahrbringenden Verrichtungen tätig sind, in einer Art Gleichgewichtszustand zwischen Giftaufnahme und Ausscheidung. Die Bleivergiftungen gewerblichen Ursprungs treten selten in akuter Form auf, vielmehr sind alle Fälle, die zur Kenntnis der Werks- nnd Amtsärzte und Krankenhäuser gelangen, subakute oder chronische.

In welcher Weise das in den Körper gelangte Blei seine deletären Eigenschaften geltend macht, ist bis heute noch nicht genau erkannt. Die Ansichten darüber sind sehr verschieden. Clarus z. B. hält Milz und Leber für die Hauptwirkungsstätte, Tanquerel das Zentralnervensystem. Henle die glatte und quergestreifte Muskulatur, weil das im Blut befindliche Blei auf die

Gefäßmuskulatur adstringierend wirke. Infolgedessen kommt es zu Blutstauung in den Venen, als Folge davon Druck auf die Nerven, somit Krämpfe und Arthralgie, später Lähmung. Ebenso ist ein Anfangssymptom der Krankheit nicht bekannt. Eine Zeitlang wurde der Bleisaum dafür gehalten, aber später hat man ihn bei schweren Bleizuständen vermißt. Auch wurde eine vermehrte Gefäßspannung beobachtet, die aber auch nicht zuverlässig ist. Die Blutuntersuchung dürfte schon eher in Frage kommen. Denn es treten bei der Vergiftung basophile Körnelung der roten Blutkörperchen als Frühsymptome auf. Die basophile Körnelung, die kleinen teils runden, teils unregelmäßig wie Splitter gestalteten, mit basischen Methylenblaufarbstoffen sich blaufärbenden Einlagerungen im Zellinneren der Erythrozyten, stellt nach den geltenden Anschauungen den Rest des Zellkernes dar. Man hat sich die Erscheinung so zu denken, daß bei der Bleivergiftung die zugrunde gegangenen Erythrozyten in den blutbildenden Organen überstürzt ersetzt wurden und nun noch unfertig, mit Kernresten behaftet, in den Blutkreislauf bis in die Peripherie gelangen.

Der Bleisaum in der Mundhöhle zeichnet sich durch große Hartnäckigkeit aus und pflegt auch dann noch bestehen zu bleiben, wenn die übrigen Symptome der Krankheit bereits geschwunden sind. Der Bleisaum, der zuerst blaurot ist, nimmt später einen schiefergrauen Ton an. Das Zahnfleisch selbst erscheint gelockert und geschwollen, im weiteren Verlauf entzündet sich die ganze Mundhöhle, die Zähne werden locker, und wenn sie bereits vorher erkrankt gewesen, so kommt es zu schmerzhaften Zahnerkrankungen, welche die Ernährung und Körperkräfte auf das empfindlichste zu untergraben imstande sind. Der Saum fehlt oft dagegen bei Zahnlücken und Zahnlosen. Mitunter findet er sich auch nur an hervorspringenden Zähnen. Tanquerel Des Blanches behandelt den Saum mit H_2S und war der Ansicht, daß die Residuen der Speisereste im Munde, die immer etwas Schwefel enthalten und sich zu verändern streben, H_2S bilden. Die Gas und die Bleipartikelchen, welche in den Mund der Arbeiter kommen, gelangen in Berührung und es erfolgt dann eine Zersetzung dieser Substanzen und Bildung von Schwefelblei, das sich auf dem Zahnfleisch und den Zähnen, genau da, wo H_2S entstanden, ablagert. Diese Ansicht erwies sich jedoch später als nicht

ganz richtig. Denn Ruge bewies, daß das Blei des Saumes nicht von den Bleipartikelchen, sondern den im Blute kreisenden Bleiweißverbindungen stamme. Diese Bleialbuminate sind im Blutplasma vorhanden und gelangen mit diesen durch die Gefäßwände in das umgebende Gewebe, wo sie bei Berührung mit dem H_2S des Mundes in schwarzes PbS umgewandelt werden. Wir haben also hier eine wirkliche Bleiablagerung im Körperinneren und nicht nur eine Imprägnierung des Zahnfleisches von außen. Ferner fand er im Mikroskop, daß das Blei an den Schleimhautpapillen, und zwar in den Spitzen, ferner im Endethel der Kapillaren und deren nächster Umgebung zu finden ist. Es ist hier in Form feinster Körnchen, die entweder einzeln oder dicht nebeneinander liegen, abgelagert. Außerdem stellte er noch Gefäßerkrankungen fest. Die Wandungen waren verdickt, das Lumen an einigen Stellen verengt, und das Endethel geschädigt. Es kommt durch den Druck der eingelagerten Fremdstoffe zu Ernährungsstörungen des Zahnfleisches. Störungen, als eine blaßblaue Linie in der Saumgegend. Als Folgen können auftreten Zahnfleischschwund und Ausfallen der Zähne. Die Zungenspitze kann auch ergriffen sein. Stomatitiden wurden eigentlich nur bei der akuten Form beobachtet. Bei bleikranken Kindern entstehen heftige Schmerzen im Mund, es kommt mitunter zur Otitis, Ausfall der Zähne und circumscripter Kiefernekrose mit Sequesterbildung. Ferner wurden Stellungsanomalien, Rachitis, Ulzeration und blaue Flecken an der Schleimhaut des Processus alveolaris beobachtet. Fälle von Parotitis und Glossitis sind auch bekannt. Um kurz die weiteren Symptome der Bleivergiftung zu erwähnen, so kommen hauptsächlich in Frage Bleidyskrasie, d. h. Störungen, die nicht auffallen, obgleich schon unzweifelhafte Zeichen der Krankheit vorhanden sind. Leichtes Schwächegefühl, Stechen in den Augen, süßlicher leicht zusammenziehender Geschmack im Munde und Trockenheit, Appetitlosigkeit, Durst, Schwäche, Abmagerung, Zittern der Hände und Beine und Neigung zu Tuberkulose. Bleikolik, die mit Verdauungsstörungen und Verstopfungen einhergeht. Schmerzen im Epigastrium, die oft reißend und unerträglich werden. Der Leib ist dabei bretthart und stark eingezogen. Dauer und Länge ist verschieden. Ferner Bleiarthralgie, leichtes Gliedziehen, besonders der Beugemuskeln der unteren Extremitäten. Blut- und

Zirkulationsstörungen mit hartem, langsamem Puls, Mitralstenosen, Arteriosklerose. Asthma saturninum acutum ist eine Dyspnoe, die einige Minuten anhält. Ferner Bleigicht, Nierenschrumpfung, Bleilähmung, Verlust des Geruches, Atrophien und Degenerationen. Bleianaesthesie und Hyperaesthesie. Ein bekanntes Zeichen ist auch die Encephalopathia saturnina, ein Sammelname für alle das Gehirn befallenden Affektionen. Apoplexien, Hemyphlegien, Delirien, Epilepsien, Coma, Hysterie und Psychosen. Erwähnt seien auch noch Bleineurasthesie, Bleitabes, saturnine Augenleiden und Anaemien.

Um sich nun all diese Krankheitsbilder zu erklären, stellte Blum die Behauptung auf, daß sich im Körper ein Bleikreislauf befände. Das basische Bleikarbonat wird niedergeschlagen, gelangt durch die Schleimhaut ins Innere, wird hier gelöst und gelangt von neuem in Blut und Lymphe. Darauf erfolgt die Ausscheidung des Bleis im Stuhl und Urin, weniger in Speichel und Schweiß. Der Urin nimmt eine dunkle Farbe an, bei hartnäckigen Fällen trifft oft eine Albuminurie ein.

Ueber die Verteilung des Bleis im menschlichen und tierischen Organismus sind wir durch eine große Reihe von Arbeiten unterrichtet. Gute Resultate dürften Paul Schmidt, seine Schüler und Weyrauch erbracht haben. Sie zerstörten die Substanz mit HNO_3 und H_2SO_4. Darauf wurde erhitzt und gefällt durch H_2S unter Zusatz von 5 ccm einer $1^0/_0$igen Kupfersulfatlösung. Im Knochen stört das Kalziumphosphat, weil bei Anwendung von H_2SO_4 das schwer lösliche Kalziumsulfat entsteht. Das Kalzium und Blei wurde aus einer schwach essigsauren Lösung des Knochens mit Kaliumoxalat gefällt, wobei Phosphate in Lösung blieben. Durch Glühen entstand dann aus Oxalat Karbonat bezw. Oxyd. was in HNO_3 gelöst werden konnte. Darauf wurde mit NH_3 neutralisiert und die schwach ammoniakalische Lösung mit H_2S gefällt, und Blei fiel aus. Die Mikromethode war dadurch bedroht, daß von außen Blei herankommt und zu Fehlschlüssen führen dürfte. Deshalb muß das verwandte Gerät vorher mit HNO_3 gekocht werden. Die Forscher konnten nachweisen, daß auch solche Leute, die nicht mit Blei in Berührung kommen, immer Blei im Organismus aufweisen. Dabei zeigt das Knochengewebe stets Mengen des Metalls, während in anderen Organen sich Blei nicht hatte einwandfrei nachweisen lassen. Von besonderem

Interesse war die Feststellung, daß der Bleigehalt mit zunehmendem Lebensalter im Knochen anstieg, aber auch schon bei Säuglingen nicht vermißt wurde. Die Mengen sind bei diesen Leuten natürlich sehr gering. So betrug der Bleigehalt in den Knochen jüngerer Individuen 0,02 – 0,065 mg Blei auf 3 g Asche, in denen älterer Leute wurden 0,06–0,19 mg Blei gefunden. Bei Bleikranken war der Gehalt bedeutend größer. Am besten läßt er sich in den Knochen nachweisen, etwas weniger gut in Leber, Niere und Milz, während das Gehirn meistens ohne Blei war.

Interessant sind die Arbeiten über die Ablagerung in den Organen von Heubel. Er verfütterte Bleiacetat an Hunde und fand die höchsten Werte in den Knochen, Nieren und Leber. Wesentlich geringere dagegen im Gehirn und Rückenmark, Muskeln und Darm, dagegen nichts in den Zähnen. Gumerow war der Pionier in der Anwendung elektrolytischer Methoden zum Bleinachweis, der bereits im Jahre 1861 mit einer nach heutigen Begriffen groben Technik relativ gute Ergebnisse erzielte. Er zerstörte die organische Substanz mit Salzsäure und chlorsaurem Kali und schied das in der Flüssigkeit enthaltene Blei elektrolytisch auf der Kathode ab. Um den so erhaltenen Belag als Blei zu erkennen, fällte er ihn nach Lösung als Bleisulfid und reduzierte dieses in der Lötrohrflamme, so daß er das Metall als Korn oder Schüppchen erhielt. Er fand dabei Blei in Leber, Niere, Muskel und Knochen, während es im Zentralnervensystem fast nie oder nur spurenweise nachzuweisen war. Gumerow wies damals schon auf die Depotwirkung des Bleis in den Knochen hin, eine These, die erst in jüngster Zeit wieder aufgenommen und allgemein bestätigt ist.

Ellenberger und Hofmeister fanden im Jahre 1884 bei bleivergifteten Schafen hinsichtlich der Bleikonzentration in den Organen und Exkreten folgende nach der Menge absteigende Werte: Niere, Leber, Pankreas, Speicheldrüsen, Galle, Knochen, Kot, Milz, ZNS., Blut, Harn, Muskel, Zunge, aber nichts in den Zähnen.

Auch die Untersucher der nächsten Jahrzehnte bedienten sich, entsprechend dem damaligen Stande der analytischen Chemie, einer für heutige Begriffe rohen Methodik. Die Ergebnisse sind teilweise ungenau und unvollständig. 1911–1914 brachten Straub und Erlenmeyer eine Erklärung über die

Bleistromtheorie. Sie legten ein Depot von schwer löslichem Bleisulfat und Bleikarbonat an und fanden dann später in den Organen so wenig Blei, daß sie daraus folgerten, daß das Blei nicht aufgespeichert wird, sondern auf dem Wege der Ausscheidung verschwindet. Diese Erklärung wurde von Kisskalt und Friedmann, die nun viel größere Mengen fanden, verbessert. Es ist klar, daß sich derartige Widersprüche nur durch leistungsfähigere Methoden ausführen lassen konnten. Weitere Studien mit empfindlicherer Methodik waren nötig, um zu Fortschritten in der Kenntnis der Pathogenese der Bleivergiftung zu gelangen. Solche Arbeiten wurden nach dem Kriege von den Amerikanern und Deutschen aufgenommen.

Aub, Fairhall, Minot und Reznikoff gingen so vor, indem sie das Material in Porzellantiegeln im Muffelofen zu Rotglut erhitzten. Der organische Rest wurde in Säure gelöst, neutralisiert, mit H_2S gefällt und filtriert. Der Rückstand wurde in Salpetersäure gelöst und das darin befindliche Blei als Chromat gefällt. Das Bleichromat wurde mit Salzsäure umgesetzt und die freiwerdende Chromsäure jodometrisch bestimmt.

Von den Deutschen waren es Schütz und Bernhardt, die sich eingehend dumit befaßten. Sie fanden bei allen Tieren eine Bleispeicherung, die jedoch bei jedem Tier und Organ verschieden war. Bei akuten Vergiftungen war in den Knochen nichts nachweisbar. Sie verbrannten die Organe in der Salpeterschmelze, gewannen dann das Blei als Bleidioxyd und titrierten es mit Thiosulfatlösung. Der verhältnismäßig geringe Gehalt von Blei in den Organen gegenüber den Knochen ließ diese Autoren eine Wanderung des Bleis durch den Blutstrom nach den Knochen vermuten.

Ganz andere Wege ging Behrens. Er verwendete Isotopen des Bleis und Messung seiner Strahlen. Da die Radioaktivität dieser Präparate rasch abklingt, konnten mit dieser Methode nur kurzdauernde Versuche gemacht werden.

Alle diese Untersuchungen der Nachkriegszeit haben uns wohl weiter gebracht, aber es war immer noch schwer, infolge zahlreicher Widersprüche der Autoren, einen klaren Einblick in dieses Gebiet zu gewinnen.

Ueber das Vorkommen von Blei in den Zähnen ist nur wenig geschrieben worden. Die ersten, die sich damit befaßten,

waren Hintze und Carow, später Schmidt und in neuerer Zeit Pfrieme.

Hintze, untersuchte die Zähne eines Arbeiters, der 12 Jahre im Bleibetrieb tätig war und eine starke Stomatitis mit grünlich-schwarzen Zähnen bezw. Zahnstümpfen aufwies. Er analysierte 17 Zähne und fand in den Kronen bei einer Gesamtsubstanz von 7,5115 g, 0,00042 g Bleisulfat = 0,038 % metallisches Blei; in den Wurzeln 0,033 % metallisches Blei. Vom Zahnstein behauptet er, daß er als poröser Körper leicht Bleizalze aufsaugen dürfte, eine Behauptung, die später von Johannes Schmidt als nichtig erklärt wurde. Er fand in seinen Untersuchungen über den Zahnstein nicht die geringste Spur von Blei. Hintze analysierte die Zähne so, indem er zuerst die organischen Substanzen verbrannte. Daraus wird der resistierende Rückstand in Salpetersäure gelöst und die klare Lösung zweimal bei etwas über 100° C vollständig eingedampft. Die Kieselsäure geht dabei in einen unlöslichen Zustand über und setzt sich als flockige, trübe Verbindung nieder. SiO_2 wird abfiltriert, das Filtrat mit Salmiak neutralisiert und Blei bei nach schwachsaurer Lösung durch Natriumsulfid gefällt. Das rostbraune PbS setzt sich in 24 Stunden nieder. PbS wird hierauf abfiltriert, ausgewaschen und in Salpetersäure gelöst. Die Lösung neutralisiert (NH_3) und das Blei endgültig als $PbSO_4$ durch wässerige, alkoholische Schwefelsäurelösung gefällt. Ein minimaler Teil Blei geht verloren, da PbS und $PbSO_4$ in ganz geringer Menge löslich ist. Das Ergebnis war:

a) Zahnkronen: Gewicht 7,515 als $PbSO_4$ gefällt = 0,0042 Pb in % gefällt = 0,038 %.

b) Zahnwurzeln: Gewicht 6,843 als $PbSO_4$ gefällt = 0,0034 Pb in % berechnet = 0,033 %.

Am Ende seiner Ausführungen hält er es für nicht ganz ausgeschlossen, daß die bleihaltigen Zähne Dilektionsstellen für Gift seien, die als Bleidepots bei Aufflackerung der chronischen Vergiftung in Betracht kommen könnten.

Carow löste die Zahnreste in verdünnter Salpetersäure, die durch Eindampfen auf dem Wasserbade nach Zusatz von Salzsäure entfernt wurde. Im Wasser löst sich der Rückstand fast völlig auf. Es wurde filtriert. Auf dem Filter blieben nur Spuren, wohl organischer Substanzen zurück. In das nun völlig klare Filtrat wurde H_2S eingeleitet. Nach 24stündigem

Stehenlassen hatten sich schwarze Flocken abgeschieden, die sich in Salpetersäure lösten. Die vom ausgeschiedenen Schwefel abfiltrierte Salpetersäurelösung wurde eingedampft und mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt. Einige wenige weiße Pünktchen zeigten, daß es sich tatsächlich um Bleiablagerungen gehandelt hat. Der Bleigehalt war so gering, daß er nicht durch Wägen bestimmt werden konnte. Er stellte aus Vergleichszwecken eine bei gleicher Behandlung mit Salz und Salpetersäure hergestellte Lösung her und fand 0,0002 –0,0004 g Blei und hielt dies für die Menge, die in seinen Zähnen vorkam.

Es sind dies Werte, die auch an Carows Ergebnisse heranreichen, wenn man bedenkt, daß sie zu verschiedenen Zeiten und unabhängig nach anderen Analysen gemacht wurden. Darauf stellte er Versuche an gesunden Zähnen an und fand keine Spur von Blei darin, was jedoch später von Pfrieme nachgewiesen worden ist. Nachdem er nun das Blei nachgewiesen hatte, fragte er sich, wie es in die Zähne gelange. Eine Möglichkeit, daß verunreinigtes Amalgan vielleicht die Quelle wäre, kam nicht in Frage, da beim Patienten noch niemals Zähne gefüllt wurden. Er hielt es für möglich, daß Blei im Speichel gelöst, in die Pulpenkammer, der sicher seit Jahren toten Zähne eingedrungen sei, und so Niederschlag und Verfärbung verursacht habe. Dafür sprach der Schneidezahn, dessen Pulpahöhle noch geschlossen war und nicht in dem Maße verfärbt war wie die Molaren Wurzeln. Er hält aber diesen Weg der Verfärbung nicht für den einzigen, denn dazu wäre die Verfärbung der Wurzelhaut der Molaren zu intensiv, sondern nahm an, daß eine Ablagerung in der Hauptsache auf dem Wege der Blutbahn erfolge, was sich auch später als richtig erwies.

Pfrieme benutzte bei seinen Untersuchungen die Mikromethode von Schmidt und Weyrauch und gibt an, daß sich auf diese Art Bleimengen von 0,015 mg nachweisen lassen und ihre Fehlerbreite nur 0,02 mg beträgt. Er fand bei allen Menschen Blei in den Zähnen. Der Bleigehalt ist im ersten Jahrzehnt gering und steigt dann mit zunehmendem Alter an. Einen Unterschied bei verschiedenen Geschlechtern konnte er nicht feststellen und ebensowenig ob Stadt- oder Landbewohner. Im Schmelz fand er 0,0055 auf 3 g Ausgangs-

material, im Zahnbein 0,17—0,18 mg Blei, also über dreimal soviel. Im Zahnstein dagegen, wie auch schon Schmidt richtig nachgewiesen hatte, nichts. Bei bleifremden Personen ist der Bleigehalt durchschnittlich 0,135 in 3 g Substanz, während bei denen, die durch ihren Beruf gefährdet sind, dreimal soviel vorhanden ist, also 0,42 mg Blei. Ferner untersuchte er einige Tiere, die ihm gerade zur Verfügung standen, und fand nur Spuren von Blei. Hauptsächlich bei Fleischfressern, wahrscheinlich, weil in den Knochen, die diese Tiere für ihre Nahrung nötig haben, ein verhältnismäßig hoher Bleigehalt vorhanden ist. Das Hausschwein, das als Allesfresser zwischen Pflanzen- und Fleischfresser steht, und deshalb in dieser Beziehung dem Menschen ähnelt, steht in der Mitte. Der absolute Bleigehalt 0,113 g Aschesubstanz ist nicht sonderlich verschieden von dem mittleren Bleigehalt des menschlichen Zahnes 0,135 g. Bei Hunden, die er für Versuchszwecke mit Bleiweiß fütterte, war die Dosis einmal abhängig von der Menge des verfütterten Bleis, dann aber auch von der Dauer der Darreichung.

Die Aufnahme erfolgt also nach Hintze mit der Nahrung, nach Pfrieme auf den Blut- oder Lymphwege, also nach der Resorption im Magen- und Darmkanal, und zwar deshalb, weil im Zahnstein überhaupt kein Blei, im Schmelz nur wenig und im Dentin am meisten gefunden wurde.

Für meine eigenen Versuche verwandte ich Kaninchenzähne und Zähne von gesunden Menschen. Solche von Bleivergifteten standen mir leider nicht zur Verfügung.

Die Kaninchen wurden in gesonderten Ställen untergebracht. Es waren ausgewachsene und gut ernährte Tiere. Sie bekamen Bleizucker, welcher fein verteilt zwischen Rüben und Schrot vermischt wurde. Kaninchen I bekam überhaupt kein Blei. Kaninchen II täglich 2 g und Kaninchen III täglich 3–4 g. In den ersten 8 Tagen fraßen sie wie Kaninchen I, dann aber ließ der Appetit stark nach und sie magerten zusehends ab. Kaninchen II starb nach 3½ Wochen, Kaninchen III schon 8 Tage vorher. Die langen krummen Zähne ließen sich nur im gekochten Zustande entfernen, denn die Knochenschale war so dünn, daß sie sonst zerbrochen wäre.

Die Menschenzähne, die dazu gebraucht wurden, stammten von solchen Leuten, die keine Amalganfüllung im Munde

besaßen und auch nicht mit Blei in Berührung kamen. Die Analysen wurden im Chemischen Institut unter Aufsicht eines Assistenten gemacht. Der Hergang war folgender:

2,091 g von Kaninchen I, 1,980 g von Kaninchen II, 2,340 g von Kaninchen III und 2,111 g von gesunden Menschenzähnen wurden getrennt in kleinen Porzellantiegeln verbrannt. Es bildete sich dabei eine grauweiße Asche, die in verdünnter Salpetersäure gelöst wird. Nach Zusatz von einigen Tropfen konzentrierter Salpetersäure wird das Ganze zum Sieden erhitzt. Darauf wurde mit möglichst kleinen Filtern (um wenig Substanz zu verlieren) filtriert, falls noch Kohlerückstände vorhanden waren und der Rest mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Nach Zugabe von etwas konzentrierter Salzsäure wird das Ganze zu trocken eingedampft, um für das Einleiten von H_2S die Salpetersäure herauszubringen. Dann wird noch einmal mit Salzsäure abgeraucht, und der Rückstand mit destilliertem Wasser durch einen Filter aufgefangen. In sämtliche aufgefangenen Reste wurde nun H_2S eingeleitet und eine Trübung, die aber so gering war, daß sich daraus kein Blei als Substanz fällen ließ, zeigte sich nur bei den Menschenzähnen.

Es sind also tatsächlich Spuren von Blei darin vorhanden gewesen, die sich aber bei den Kaninchenzähnen nicht nachweisen ließen. Eine Vergleichslösung mit Bleinitrat, die angestellt wurde, ergab 0,04 mg. Blei. Also beherbergt der gesunde Mensch auch Blei, auch wenn er keine Bleiarbeit ausführt. Die Menge dürfte jedoch größer sein, wenn es sich um bleivergiftete Personen handelt. Denn meistens ist die Vergiftung eine chronische und das Blei hat Zeit genug, sich überall anzusiedeln. Da der Tod der Kaninchen durch eine akute Vergiftung hervorgerufen wurde, konnten sich wohl nachweisbare Bleimengen in den schon an sich winzigen Zähnen nicht ablagern. Wahrscheinlich ist auch wohl die Menge von ca. 2 g Substanz, die fast jedesmal die gesamten Zähne eines Kaninchens erforderte, zu gering, um wirklich wägbare Mengen zu erhalten.

Zusammenfassend läßt sich also sagen: Bei bleivergifteten Menschen ist regelmäßig Blei in den Zähnen nachweisbar, und die Menge hängt ab von der Art der Vergiftung und der Empfänglichkeit.

Die Therapie der akuten Vergiftung besteht darin, nach Möglichkeit die löslichen Bleiverbindungen in unlösliche überzuführen, und zwar durch Natrium, Magnesium nnd Sulfatlösung. Bewährt haben sich auch Injektionen von Apomorphin. Ein gutes und viel angewendetes Mittel ist die Darreichung von Milch. Magenaushebern und Abführmitteln in in Verbindung mit schmerzstillenden Mitteln dienen dazu, um möglichst schnell das Gift aus dem Körper zu entfernen. Auf richtige Mundpflege und evtl. Anwendung leichter Adstringentien ist Wert zu legen. Gute Ernährung und Unterbrechung oder Entfernen aus dem Betriebe dürfte immer von Vorteil sein.

Prognotisch ist die Bleikrankheit nicht ungünstig zu nehmen, wenn es sich um einen einmaligen Anfall handelt und der Kranke vor weiterer Giftzufuhr bewahrt bleibt. Bei Alkoholikern sind die Aussichten schon weniger günstig. Vor allen Dingen ist die Vergiftung sehr ernst zu nehmen, wenn Alkoholvergiftung oder eine andere Krankheit mit einer Bleivergiftung zusammentrifft. Die Prognose ist ferner von der allgemeinen Konstitution, den Ernährungsverhältnissen, der Lebensweise und der individuellen Empfänglichkeit des Patienten abhängig.

Prophylaktisch kommen vor allen Dingen in Frage: Absaugevorrichtungen am Entstehungsorte, periodische Untersuchungen der Arbeiter und richtige Belehrung. Ferner ist das Tragen von Ueberkleidern und Kopfbedeckung bei der Arbeit zu fordern und für gute Waschgelegenheit und Einrichtung von Speiseräumen zu sorgen. Nur so kann man der Gefahr der Bleiaufnahme und allen üblen Folgen vorbeugen und die Zahl der Vergiftungen, die trotz größter Vorsicht noch immer ziemlich hoch ist, verringern,

---

Zum Schluß möchte ich Herrn Professor Dr. Hentze für die Ueberlassung des Themas und ebenso Herrn Professor Dr. Diels, der so freundlich war und mir einen Platz für die Analysen im Institut genehmigte, meinen Dank aussprechen.

Ich, Fritz Westphal, wurde am 25. II. 09 in Nortorf geboren. Mit dem 6. Lebensjahre trat ich in die Mittelschule hierselbst ein, und besuchte sie 4 Jahre. Darauf wurde ich in die Sexta des Gymnasiums in Neumünster umgeschult und blieb hier als auswärtiger Schüler bis zur Untersecunda. Aus Krankheitsgründen mußte ich den Schulbesuch 1 Jahr unterbrechen und verbrachte dann bis zum Abitur die Schulzeit im Fridericianum, einer deutschen Auslandsschule in Davos (Schweiz). Im Sommer, Semester 1931 begann ich mit dem Studium der Zahnheilkunde in Kiel. Das Physikum bestand ich im Herbst 1932. Das Wintersemester 1932/33 absolvierte ich in Innsbruck und die letzten Semester bis zum Staatsexamen wieder in Kiel, das ich im September 1934 auch hier bestand.

Buchdruckerei H. Braun, Nortorf in Holstein